DOI: 10.22092/spj.2023.360092.1280

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۸، شماره ۲، سال ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

تعیین شاخص‌های مورفولوژیکی مناسب برای درجه‌بندی کیفیت نهال‌های پیوندی آلبالو و گیلاس

Determination of the Suitable Morphological Indices for Characterization of Quality Categories of Grafted Sour Cherry and Sweet Cherry Seedlings

میترا رحمتی[۱*]، عبدالرضا کاوند[۲]، حسین کاری دولت آباد[۳] و ساجده کریم پور[۴]

۱- استادیار، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴- استادیار، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰

چکیده

رحمتی، م.، کاوند، ع.، کاری دولت آباد، ح. و کریم پور، س. ۱۴۰۱. تعیین شاخص‌های مورفولوژیکی مناسب برای درجه‌بندی کیفیت نهال‌های پیوندی آلبالو و گیلاس. **مجله نهال و بذر ۳۸:** ۱۶۹-۱۴۷.

ارزیابی شاخص دیکسون روشی کارآمد اما تخریبی و زمان‌بر برای پیش‌بینی کیفیت انواع نهال محسوب می‌شود. پیش‌بینی سریع کیفیت و قدرت رشد نهال در فصل جابجایی آن به‌واسطه شناسایی خصوصیات مورفولوژیکی که بیشترین همبستگی را با این شاخص داشته باشند، ضروری است. به منظور ارزیابی روابط بین شاخص‌های مورفولوژیکی نهال های پیوندی آلبالو و گیلاس، نهال ریشه لخت ۱۷ رقم تجاری با سه تکرار از ۱۰ نهالستان واقع در چهار استان کشور، از دو گروه نهال گواهی نشده روی پایه بذری و نهال گواهی شده روی پایه رویشی در فصل جابجایی نهال در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ برداشت شد. ویژ‌گی‌های نهال‌ها شامل ارتفاع، قطر، طول ریشه، تعداد ریشه و شاخه فرعی، وزن تر و خشک، نسبت ارتفاع به قطر و شاخص دیکسون ارزیابی، و همبستگی ساده بین آنها برآورد شد. ضرایب همبستگی و آنالیز مسیر و با در نظر گرفتن شاخص دیکسون به‌عنوان متغیر وابسته، به آثار مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شد. نتایج نشان داد میانگین شاخص دیکسون برای نهال‌های پایه بذری تولید شده در اقلیم‌های مختلف برابر با ۱۵/۶ بود و در مناطقی با بیش از ۳۴۰۰ درجه-روز رشد مقدار آن بیش از میانگین بود. در نهال‌های گواهی شده مقدار این شاخص به کمتر از ۱۲ رسید که به نظر می‌رسد تحت تاثیر استفاده از پایه‌نیمه پاکوتاه کننده SL-64 بود. بر اساس نتایج آنالیز مسیر در ارزیابی شاخص دیکسون، بالاترین اثر مستقیم مربوط به قطر نهال بالای محل پیوند بود. قطر نهال به‌دلیل داشتن بالاترین همبستگی با شاخص دیکسون و اغلب خصوصیات مورفولوژیکی کارآمدترین شاخص در ارزیابی و درجه بندی کیفیت نهال تعیین شد.

واژه های کلیدی: گیلاس، آلبالو، پایه بذری، پایه رویشی، نیمه پاکوتاه، شاخص کیفیت دیکسون.

* نگارنده مسئول: m.rahmati@areeo.ac.ir تلفن: ۰۲۶۳۲۷۵۴۰۷۱

مقدمه

گیلاس (*Prunus avium* L.) و آلبالو (*Prunus cerasus* L.) از جمله محبوب‌ترین میوه‌های فصل تابستان محسوب می‌شوند. ایران با ۵۰ هزار هکتار باغ آلبالو و گیلاس و ۲۸۶ هزار تن تولید، جایگاه سوم و چهارم را به ترتیب از لحاظ سطح زیر کشت و تولید جهانی به خود اختصاص داده است (FAO, 2020). میزان تولید این محصولات در کشور در چهار دهه گذشته ۳۶۰ درصد افزایش یافته که این میزان افزایش حاکی از ارزش اقتصادی بالای آنها است.

عمر اقتصادی و بهبود عملکرد باغ‌های میوه رابطه مستقیم با کاشت نهال استاندارد دارد. میزان گیرایی نهال، یکنواختی و سازگاری سیستم کاشت باغ با درجه مکانیزاسیون نیز بازتابی از کیفیت نهال مورد استفاده در زمان احداث باغ‌ها محسوب می‌شود (Petri *et al*., 2019). نهال استاندارد به نهالی اطلاق می‌شود که اصالت ژنتیکی، خلوص رقم و منشاء مشخص دارد، و در عین سالم بودن، خصوصیات ظاهری آن مانند اندازه و شکل شاخساره و شبکه ریشه آن منطبق با استانداردهای تعیین شده باشد.

ویژگی‌های فیزیولوژیک نهال مانند میزان کلروفیل فلورسانس، وضعیت تغذیه، آستانه تحمل به تنش‌های زنده و محیطی (Lin *et al*., 2019)، خصوصیات مورفولوژیک مانند ارتفاع، قطر، سطح برگ (Baninasab and Mobli, 2008; Rahman *et al*., 2015) و شاخص‌هایی مانند میزان چوبی شدن نهال (نسبت وزن خشک بخش هوایی به ارتفاع)، بنیّه نهال (نسبت قطر به ارتفاع) و مقدار شاخص دیکسون (تابعی از میزان و توزیع ماده خشک، ارتفاع و قطر نهال) (Dickson *et al*., 1960) به عنوان معیار های درجه‌بندی کیفیت انواع نهال و اندام تکثیری گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برخلاف اغلب صفات فیزیولوژیک که بلافاصله پس از شروع به رشد شاخساره نهال در باغ بی‌اثر می‌شوند، خصوصیات مورفولوژیک تا سال‌ها پس از کاشت نهال در باغ، همچنان برای ارزیابی عملکرد درخت کارآیی دارند (Grossnickle and MacDonald, 2018). خصوصیات مورفولوژیکی از نظر قابلیت اندازه‌گیری در دو گروه تخریبی و غیرتخریبی قرار داده می‌شوند. اندازه‌گیری شاخص دیکسون به عنوان روشی امیدبخش اما تخریبی و زمان بر برای ارزیابی کیفیت نهال درختان میوه (Larson *et al*., 2018; Bezarra *et al*., 2018)، گیاهان زینتی (Lin *et al*., 2019)، صیفی‌جات (Bantis *et al*., 2019) و درختان جنگلی (Binotto *et al*., 2010; Smirnakou *et al*., 2017) مطرح است. بنابراین، شناسایی سایر خصوصیات ظاهری که با این شاخص بیشترین همبستگی را داشته باشند و به آسانی و با روش‌های

غیرتخریبی قابل ارزیابی باشند، مورد توجه قرار گرفته است.

برای مثال، تحقیقات زیادی مبتنی بر اهمیت و نقش رشد و توسعه شبکه ریشه نهال در گیرایی و رشد آتی آن در زمین اصلی صورت گرفته است (Grossnickle and Ivetic, 2022) اما این شاخص‌ها در نهال ریشه لخت یکساله گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.)، گردوی سیاه (*Juglans nigra* L.) و فندق (*Corylus colurna* L.)، با سایر خصوصیات رشدی نهال همبستگی معنی‌داری ندارد، و در نتیجه ارزیابی مشاهده ای تنها وضعیت شبکه ریشه، معیار درجه‌بندی کیفیت نهال محسوب نمی‌شود (Cirković-Mitrović *et al.*, 2015). بر عکس در نهال پاپایا طول ریشه با مقدار شاخص دیکسون و سایر خصوصیات رشدی نهال به صورت معنی‌داری همبستگی داشت، و در درجه‌بندی کیفیت نهال کارآیی دارد (Matias *et al.*, 2019). برای یافتن درجه اهمیت خصوصیات مورفولوژیک برروی مقدار شاخص دیکسون و با هدف درجه‌بندی کیفیت نهال قهوه (*Coffea canephora*)، اکالیپتوس (*Eucalyptus grandis*) و درخت مور (*Delonix regia*) از روش آنالیز مسیر استفاده شده است (Dardengo *et al.*, 2013; Binotto *et al.*, 2010; Zuffo *et al.*, 2017).

یکی از مشکلاتی که تولیدکنندگان نهال درختان میوه با آن مواجه هستند شناسایی خصوصیات ظاهری نهال است که بتواند با کمترین هزینه و به آسانی اندازه و عملکرد نهال در باغ را پیش‌بینی کند. سالانه حدود ده میلیون اصله نهال گروه محصولی هسته‌دار از جمله آلبالو و گیلاس درکشور تولید و عرضه می‌شود، اما اطلاعات در زمینه درجه‌بندی اهمیت شاخص‌های مورفولوژیکی که امکان پیش‌بینی میزان گیرایی، رشد و عملکرد نهال در باغ را فراهم آورند، و در عین حال قدرت درجه‌بندی کیفیت نهال‌ها را با سریعترین و کم‌هزینه‌ترین روش داشته باشند، محدود است.

هدف از اجرای این پژوهش بررسی روابط همبستگی بین شاخص‌های مورفولوژیک نهال‌های گواهی شده و گواهی نشده نهال‌های پیوندی تولید شده تعدادی از مهمترین ارقام تجاری آلبالو و گیلاس در کشور بود، تا به کمک نتایج، بهترین شاخص در ارزیابی و درجه‌بندی کیفیت این نهال‌ها را تعیین کرد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این پژوهش خصوصیات مورفولوژیک نهال‌های پیوندی ریشه لخت ۱۷ رقم تجاری آلبالو و گیلاس (جدول ۱) پس از تکمیل رشد از ده نهالستان دارای مجوز واقع در ده منطقه مختلف کشور در سه تکرار در سال های **۱۳۹۹** و ۱۴۰۰ جمع‌آوری و به سردخانه مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در کرج

منتقل شدند. از هر نهالستان سه قطعه زمین (هر کدام به مساحت یک متر مربع) انتخاب و از هر قطعه سه نهال به طور تصادفی انتخاب شد (Dickson *et al*., 1960).

نمونه‌برداری در زمان غیر فعال بودن جوانه‌ها و از نهال‌های دو ساله (سن پایه دو سال و سن پیوندک یک سال) دارای شبکه ریشه سالم انجام شد. نهال‌ها از هر دو گروه گواهی نشده روی پایه بذری (دارای شناسه سفیدرنگ) و گواهی شده روی پایه رویشی SL64 (Saint Lucie 64) (دارای شناسه آبی رنگ) انتخاب شدند. با در نظر گرفتن اقلیم منطقه هر نهالستان عملیات کشت بذر پایه طی مهر تا آبان، کاشت پایه‌های رویشی طی فروردین تا اردیبهشت، پیوند ارقام تجاری روی پایه‌های بذری و رویشی مورد نظر طی مرداد تا شهریور و عملیات سربرداری و جوش گیری نهال‌های پیوندی در اسفند و فروردین سال بعد انجام شد.

مشخصات نهال‌ها و محل جمع‌آوری آنها به شرح جداول ۱ و ۲ است. بافت خاک نهالستان‌ها لومی- شنی و برنامه کوددهی آنها شامل کاربرد کود فسفره در شروع ریشه‌دهی و کود نیتروژن به صورت سرک بود. محاسبه درجه روز رشد تجمعی هر منطقه بر اساس حداقل و حداکثر دمای روزانه آن منطقه و دمای پایه و دمای بحرانی رشد درختان آلبالو و گیلاس، به ترتیب، ۴/۵ درجه و ۳۶ درجه سانتیگراد محاسبه شد (Luedeling *et al*., 2013).

اندازه‌گیری‌ها

خصوصیات مورفولوژیک نهال‌های آماده فروش در دو سال متوالی (۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) اندازه‌گیری شد. برخی خصوصیات شامل ارتفاع از سطح خاک تا جوانه انتهایی با استفاده از خط‌کش، قطر در محل طوقه، قطر در بالای خط پیوند (در فاصله ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر بالاتر از سطح خاک) با کمک کولیس اندازه‌گیری و تعداد شاخه‌های جانبی شمرده شد. طول بلندترین ریشه (عمق نفوذ)، تعداد ریشه فرعی (ریشه‌های طویلتر از ۵ سانتیمتر)، وزن تر و خشک شاخساره (بخش هوایی) و ریشه، نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه و همچنین شاخص کیفیت دیکسون به روش‌های تخریبی ارزیابی شدند (Dickson *et al*., 1960).

برای اندازه‌گیری وزن تر، شاخساره از محل طوقه جدا و وزن شاخساره و ریشه به صورت مجزا توزین شد. سپس برای تعیین وزن خشک بخش هوایی و ریشه نهال به صورت جداگانه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۷۲ ساعت خشک و مجددا با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. شاخص تنومندی (نسبت ارتفاع به قطر نهال) بر حسب سانتیمتر بر میلیمتر اندازه‌گیری شد (Dickson *et al*., 1960). شاخص دیکسون (DI) (Dickson *et al*., 1960) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$DI = \frac{\text{وزن خشک نهال (گرم)}}{\frac{\text{ارتفاع (سانتیمتر)}}{\text{قطر (میلیمتر)}} + \frac{\text{وزن خشک بخش هوایی (گرم)}}{\text{وزن خشک ریشه (گرم)}}}$$

جدول ۱- محل نمونه‌برداری و مشخصات نهال در نهالستان‌هایی که نهال‌ها از آنها جمع‌آوری شد

Table 1. Sampling sites and seedling specifications in nurseries where seedling were sampled

Province	استان	City	شهر	Seedling/rootstock type	نوع نهال/پایه	Cultivar name	نام رقم	شماره نهالستان Nursery number
Alborz	البرز	Karaj	کرج	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Takdaneh, Erdi Jubileum	تکدانه، اردی جوبیلیوم	1
		Nazarabad	نظرآباد	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Takdaneh, Pishras, Erdi Jubileum	تکدانه، پیش رس، اردی جوبیلیوم	2
Khorasan Razavi	خراسان رضوی	Mashhad	مشهد	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Sigani, Botermo, Erdi Jubileum, Takdaneh, Stella, Sunburst	سیگانی، بوترمو، اردی جوبیلیوم، تکدانه، استلا، سانبرست	3
		Golmakan	گلمکان	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Sigani, Botermo, Stella, Sunburst, Sweet heart	سیگانی، بوترمو، استلا، سانبرست، سوییت هارت	4
		Chenaran	چناران	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Sigani, Botermo, Erdi Jubileum, Bing, Sunburst	سیگانی، بوترمو، اردی جوبیلیوم، بینگ، سانبرست	5
West Azarbaijan	آذربایجان غربی	Khoy	خوی	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Takdaneh, Bing	تکدانه، بینگ	6
		Oshnavieh	اشنویه	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Takdaneh, Zard	تکدانه، زرد	7
Esfahan	اصفهان	Mobarakeh	مبارکه	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Ghaheri, Guisi, Asali, Lapins, Erdi Jubileum	قاهری، گیسی، اصلی، لاپینز، اردی جوبیلیوم	8
		Karvan	کرون	Non-certified/seedling	گواهی نشده/پایه بذری	Takdaneh, Guisi, Ghaheri, Azadi, Erdi Jubileum	تکدانه، گیسی، قاهری، آزادی، اردی جوبیلیوم	9
		Shahreza	شهرضا	Certified/vegetative SL64	گواهی شده/پایه رویشیSL64	Bing, Lapins	بینگ، لاپینز	10

Table 2. Climatic and meteorological information for nurseries' location

جدول ۲- اطلاعات اقلیمی و هواشناسی برای محل نهالستان ها

Parameter	پارامتر	Nursery number[1] شماره نهالستان[۱] 1	2	3	4 & 5[2]	6	7	8	9	10
Climate	اقلیم	Semi-arid cold	Arid cold	Arid cold	Arid cold	Semi-arid temperate	Semi-arid cold	Arid cold	Semi-arid cold	Arid cold
Altitude above sea level (m)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	1312.0	1195.0	992.0	1176.0	1103.0	1470.0	1745.0	2932.0	1825.0
Mean annual temperature (°C)	میانگین دمای سالانه (درجه سانتیگراد)	16.0	15.1	16.2	16.4	14.0	13.0	17.8	12.7	17.0
Mean annual relative humidity (%)	میانگین رطوبت نسبی سالانه (درصد)	48.6	53.5	49.1	48.6	53.5	54.8	31.2	41.5	32.2
Annual precipitation (mm)	بارش سالانه (میلیمتر)	317.6	157.4	215.0	190.2	215.6	543.4	101.3	262.2	143.8
Accumulated growth degree days (°Cd)	درجه روز رشد تجمعی(°Cd)	3908.0	3191.0	4005.0	3246.0	3327.0	2624.0	4464.0	2429.0	3809.0

1- For more information about nursery number, refer to Table 1.

۱- برای اطلاعات بیشتر از شماره نهالستان، به جدول ۱ مراجعه شود.

2- The nursery in Chenaran was located near Golmakan meteorological station.

۲- نهالستان واقع در چناران در نزدیکی ایستگاه هواشناسی گلمکان قرار داشت.

Semi-arid temperate = نیمه خشک معتدل; Artid cold = خشک سرد; Semi-arid cold = نیمه خشک سرد

تجزیه و تحلیل آماری

پس از انجام آزمون نرمال بودن داده‌ها، همبستگی میان خصوصیات مورفولوژیک و شاخص‌های کیفیت نهال، با استفاده از نرم افزار R ارزیابی شد. سپس، با استفاده از روش تجزیه مسیر (Path analysis) ضرایب همبستگی بین شاخص کیفیت دیکسون به عنوان متغیر داخلی یا وابسته (Dependent or endogenous) با سایر خصوصیات با استفاده از بسته لاوان (Lavaan) (Rosseel, 2012) به آثارمستقیم و غیرمستقیم تجزیه شد.

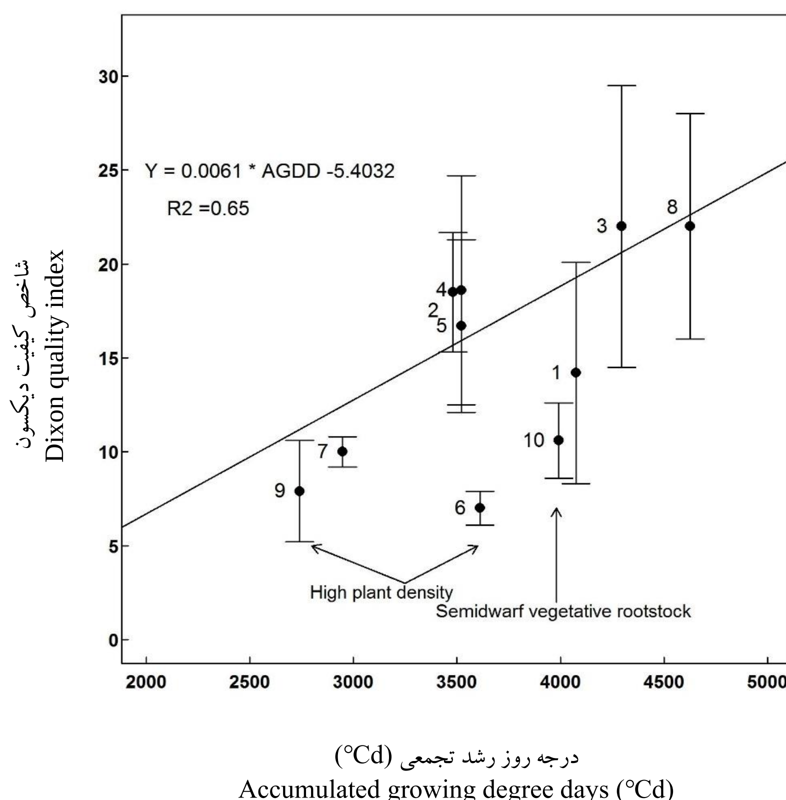
برای تعیین قویترین همبستگی میان متغیرهایی که در در زمان فروش نهال به صورت چشمی قابل اندازه‌گیری هستند با مقدار شاخص دیکسون، آنالیز رگرسیون خطی چندگانه این شاخص به عنوان تابعی از متغیرهای مستقل یا بیرونی (Independent or exogenous) انجام شد. هدف از این کار تعیین خصوصیتی بود که بتوان از طریق آن به سادگی کیفیت نهال را در نهالستان مورد ارزیابی قرار داد. انتخاب مناسب ترین مدل رگرسیون از طریق ارزیابی شاخص‌های بیشترین ضریب تبیین تعدیل شده (Adjusted R^2)، کمترین ضریب تغییرات (Coefficient of variations) و کمترین خطای استاندارد برآورد (Standard error of estimate) انجام شد (Binotto *et al.*, 2010).

نتایج و بحث

شاخص دیکسون

مقدار شاخص دیکسون در نهال‌های پیوندی آلبالو و گیلاس گواهی نشده آماده فروش در نهالستان‌های مختلف، بین ۳ تا حدود ۳۶ و در نهال‌های پیوندی گواهی شده بین ۸ تا ۱۴ متغیر بود (جدول ۳). مقدار این شاخص در نهال بذری گردوی ایرانی حدود ۶، در نهال بذری گردوی سیاه حدود ۲، در نهال زیتون خود ریشه‌زا حدود ۲۰ و در پایه بذری گیلاس ریشه لخت با ارتفاع ۳۰ سانتیمتر و قطر یقه ۵ میلیمتر حدود ۰/۷ گزارش شده است (Cirković-Saour, 2005 ؛Mitrović *et al.*, 2015).

از طریق محاسبه شاخص درجه روز رشد تجمعی (واحد گرمایی) در مناطق مختلف در فاصله زمانی بین پیوند زدن رقم مورد نظر روی پایه تا زمان جابجایی آن از نهالستان می‌توان مقدار شاخص دیکسون و در نتیجه کیفیت آنرا در زمان برداشت پیش‌بینی کرد (R^2=۰/۶۵) (شکل ۱). این شاخص با افزایش واحد گرمایی در نهالستان‌های مختلف به صورت خطی افزایش یافت (شکل ۱). اما در نهالستان‌های شماره ۶ و ۹ که تراکم کاشت نهال در نهالستان بالاتر از تراکم کاشت در استانداردهای ملی بود، مقدار شاخص دیکسون از مقدار پیش بینی شده کمتر بود (شکل ۱). ارتفاع، قطر و وزن خشک شاخه و ریشه نهال‌های آلبالو و گیلاس این نهالستان‌ها نیز از سایر نهالستان‌ها کمتر بود (جدول ۴).



شکل ۱- رابطه بین درجه روز رشد تجمعی با مقدار شاخص دیکسون برای نهال‌های پیوندی آلبالو و گیلاس. هر نقطه نشان دهنده میانگین اندازه‌گیری‌ها برای هر نهالستان و خطوط عمودی خطای معیار میانگین‌ها است. اعداد کنار نقاط نشان دهنده شماره نهالستان مطابق با جدول های ۱ و ۲ است

Fig. 1. Relationship between accumulated growth degree-days (°Cd) and Dickson quality index for grafted sour cherry and sweet cherry seedlings. Each points is averages of measurements in each nursery and vertical lines indicate the standard error of mean. Numbers next to points show nursery numbers according to Tables 1 & 2

نهال گواهی شده نیز مقدار شاخص دیکسون کمتری از آنچه که پیش‌بینی می‌شود، داشت (شکل ۱). این نهال‌ها زیست توده، قدرت رشد و قطر کمتری نیز از نهال‌های گواهی نشده داشتند (جداول ۳ و ۴). با توجه به اینکه این نهالستان مقدار روز- رشد تجمعی بالایی هم داشت و علی رغم اطمینان از عاری بودن آن‌ها از ویروس‌ها، اما به نظر می‌رسد که ضعیف تر بودن این نهال‌ها در مقایسه با نوع گواهی نشده از لحاظ قدرت رشد و کیفیت به دلیل پیوند شدنشان روی پایه‌های رویشی SL-64 باشد. زیرا پایه SL-64 پایه‌ای نیمه پاکوتاه است و معمولا درختان پیوند شده روی این پایه‌ها بر خلاف درختانی که روی پایه‌های بذری سنّتی پیوند شده‌اند رشد بی‌رویه ندارند (Mahdavian *et al.*, 2010).

جدول ۳- آماره های توصیفی خصوصیات مورفولوژیکی نهال‌های پیوندی گواهی نشده و گواهی شده آلبالو و گیلاس در نهالستان‌های مختلف

Table 3. Descriptive statistics for morphological characteristics of non-certified and certified grafted sour cherry and sweet cherry seedlings in different nurseries

Seedling type	نوع نهال	Seedling morphological characteristic	خصوصیت مورفولوژیکی نهال	کمینه Minimum	بیشینه Maximum	میانگین Mean	انحراف معیار Standard deviation
		DAGL (mm)	قطر نهال بالای محل پیوند (میلیمتر)	7.2	25.0	15.9	3.7
		RCD (mm)	قطر طوقه (میلیمتر)	12.0	33.0	22.5	4.1
		Height (cm)	ارتفاع (سانتیمتر)	97.0	284.0	192.5	39.6
		H: D (cm/mm)	نسبت ارتفاع به قطر (سانتیمتر به میلیمتر)	7.4	19.3	12.4	0.1
		SDW (g)	وزن خشک شاخساره (گرم)	28.0	410.0	163.8	79.3
Non- certified	گواهی نشده	RDW (g)	وزن خشک ریشه (گرم)	22.0	217.0	77.0	38.3
		S: R	نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه	0.6	6.0	2.3	0.9
		Number of roots	تعداد ریشه	2.0	18.0	8.1	3.5
		Number of shoots	تعداد شاخه	0.0	50.0	6.4	8.0
		RL (cm)	عمق ریشه (سانتیمتر)	14.0	90.0	40.8	16.8
		DQI	شاخص کیفیت دیکسون	3.2	35.9	15.6	8.1
		DAGL (mm)	قطر نهال بالای محل پیوند (میلیمتر)	10.0	14.2	12.0	1.3
		RCD (mm)	قطر طوقه (میلیمتر)	15.0	20.2	18.1	2.1
		Height (cm)	ارتفاع (سانتیمتر)	83.0	112.0	102.3	10.9
		H: D (cm/mm)	نسبت ارتفاع به قطر (سانتیمتر به میلیمتر)	7.7	9.2	8.5	0.5
		SDW (g)	وزن خشک شاخساره (گرم)	47.0	79.0	64.3	12.3
Certified	گواهی شده	RDW (g)	وزن خشک ریشه (گرم)	32.0	53.0	42.3	7.5
		S: R	نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه	1.3	2.0	1.5	0.2
		Number of roots	تعداد ریشه	3.0	10.0	7.3	2.4
		Number of shoots	تعداد شاخه	1.0	1.0	1.0	0.0
		RL (cm)	عمق ریشه (سانتیمتر)	40.0	74.0	51.6	12.7
		DQI	شاخص کیفیت دیکسون	8.1	14.3	10.7	2.1

DAGL: Diameter above grafting line, RCD: Root-collar diameter, H: D: Height to diameter above grafting line ratio, SDW: Shoot dry weight, RDW: Root dry weight, S: R: Shoot to root dry weight ratio, RL: Root length, DQI: Dickson quality index.

جدول ۴- میانگین ± انحراف معیار خصوصیات مورفولوژیکی نهال‌های آلبالو و گیلاس در نهالستان‌های مختلف

Table 4. Mean ± standard deviation of morphological characteristics of grafted sour cherry and sweet cherry seedlings in different nurseries

	Seedling morphological characteristics خصوصیات مورفولوژیکی نهال						
شماره نهالستان Nursery number	قطر نهال بالای محل پیوند (میلیمتر) DAGL (mm)	ارتفاع (سانتیمتر) Height (cm)	نسبت ارتفاع به قطر (سانتیمتر به میلیمتر) H: D (cm/mm)	وزن خشک شاخساره (گرم) SDW (g)	وزن خشک ریشه (گرم) RDW (g)	نسبت وزن خشک شاخساره به ریشه S: R	وزن خشک کل TDW
1	13.9 ± 3.5	156.2 ± 40.2	11.2 ± 1.1	108.0 ± 69.6	71.7 ± 46.1	1.5 ± 0.1	179.7 ± 115.5
2	17.4 ± 2.9	184.8 ± 20.1	10.1 ± 1.1	189.5 ± 70.7	109.7 ± 29.9	1.8 ± 0.6	259.2 ± 90.0
3	18.7 ± 2.9	229.2 ± 37.1	12.3 ± 1.6	247.2 ± 83.3	86.1 ± 27.7	2.9 ± 0.5	333.3 ± 108.4
4	16.6 ± 2.8	185.5 ± 24.5	11.3 ± 1.3	178.7 ± 59.5	59.3 ± 11.6	3.0 ± 0.8	238.0 ± 66.2
5	16.1 ± 2.6	183.7 ± 21.8	11.5 ± 1.6	186.4 ± 61.6	72.8 ± 20.1	2.6 ± 0.9	259.2 ± 75.8
6	13.7 ± 1.2	232.5 ± 17.1	17.0 ± 1.2	69.2 ± 8.2	35.2 ± 5.5	1.9 ± 0.3	104.5 ± 11.0
7	14.5 ± 1.1	232.5 ± 17.0	16.0 ± 0.6	119.7 ± 1.7	60.2 ± 2.6	1.9 ± 0.0	180.0 ± 4.2
8	15.4 ± 3.4	195.6 ± 38.2	13.1 ± 3.1	142.7 ± 49.6	108.0 ± 53.2	1.4 ± 0.3	250.7 ± 99.7
9	10.4 ± 1.7	151.7 ± 38.7	14.4 ± 2.5	80.1 ± 29.8	45.8 ± 15.3	1.8 + 0.5	126.0 ± 41.9
10	12.0 ± 1.3	102.3 ± 10.9	8.5 ± 0.5	64.3 ± 12.6	42.3 ± 7.5	1.5 ± 0.0	106.7 ± 20.0

برای اطلاعات بیشتر از شماره نهالستان، به جدول ۱و ۲ مراجعه شود.

For more information about nursery number, refer to Table 1 & 2.

DAGL: Diameter above grafting line, H: D: Height to diameter above grafting line ratio, SDW: Shoot dry weight, RDW: Root dry weight, TDW: Total dry weight, S: R: Shoot to root dry weight ratio\

میانگین شاخص دیکسون اندازه‌گیری شده برای نهال ارقام مختلف آلبالو و گیلاس روی پایه‌های بذری در تراکم کاشت استاندارد حدود ۱۵/۶ بود. مقدار این شاخص در نهالستان‌هایی با بیش از ۳۴۰۰ درجه روز-رشد تجمعی از مقدار میانگین بالاتر بود (شکل ۱). بررسی اثر تراکم کاشت بر روی نهال گونه‌های مختلف درختان جنگلی نیز حاکی از آن بود که افزایش تراکم منجر به کاهش ارتفاع، قطر، زیست توده و گیرایی آنها می‌شود (Berbec and Matyka, 2020). با توجه به تاثیر مستقیم دما بر روی رشد و نمو و زمان شکستن رکود جوانه برگ، از شاخص درجه-روز رشد تجمعی برای شبیه‌سازی الگوی رشد نهال استفاده می‌شود. سایر عوامل موثر در رشد و نمو نهال، طول روز، تعداد ساعات آفتابی و شدت نور هستند (Kamata *et al*., 2020).

قطر نهال

آماره های توصیفی خصوصیات مورفولوژیکی نهال‌های پیوندی آماده فروش آلبالو و گیلاس تولید شده در نهالستان‌های مختلف نشان داد که قطر این نهال‌ها بالای محل پیوند، در کلاس گواهی نشده، بین ۷ تا ۲۵ میلیمتر (میانگین حدود ۱۶ میلیمتر) و در کلاس گواهی شده بین ۱۰ تا ۱۴میلیمتر (میانگین ۱۲ میلیمتر) متغیر بود (جدول ۴).

ضرایب همبستگی بین خصوصیات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده نشان داد که از میان این شاخص‌ها، قطر نهال بالای محل پیوند و در محل اتصال ریشه به بخش هوایی با تعداد بیشتری از خصوصیات رشدی نهال همبستگی معنی‌دار بالایی ($r \geq ۰/۶۵$) داشت (جدول ۵). قطر نهال بالای محل پیوند بیشترین همبستگی را به ترتیب، با شاخص دیکسون، وزن خشک شاخساره، وزن خشک کل، قطر طوقه و با ارتفاع نهال داشت (جدول ۵). قطر نهال در محل طوقه نیز علاوه بر همبستگی مثبت و معنی‌دار با شاخص دیکسون و شاخص قطر نهال در بالای محل پیوند با زیست توده کل نهال و وزن خشک شاخساره همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۵).

سایر پژوهشگران نیز همبستگی قطر نهال با سایر خصوصیات رشدی در نهال پسته (Baninasab and Mobli, 2008)، گردوی سیاه (Cirkovic-Mitrovic *et al*., 2015)، قهوه (Dardengo *et al*., 2013)، گل ساعتی (Posse *et al*., 2018) و اکالیپتوس (Binotto *et al*., 2010) راگزارش کرده اند. در استاندارد نهال درکشور کانادا تنها شاخص تعیین کننده در احراز کیفیت نهال درختان میوه هسته‌دار از جمله آلبالو و گیلاس قطر نهال است (Anonymous, 2017).

جدول ۵- ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص کیفیت دیکسون و سایر خصوصیات مورفولوژیکی نهال‌های آلبالو و گیلاس

Table 5. Correlation coefficient between Dickson quality index and other morphological characteristics of grafted sour cherry and sweet cherry seedlings

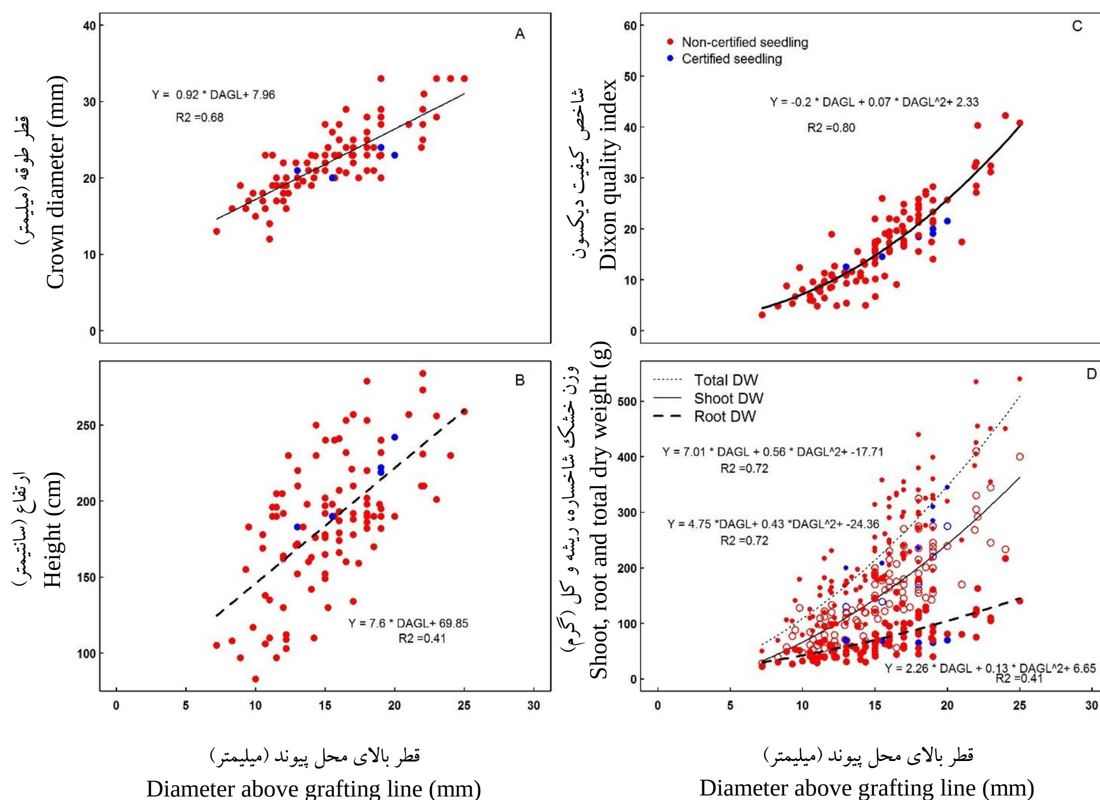
Characteristic	خصوصیت	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1- DQI	شاخص کیفیت دیکسون	1											
2- H: D	نسبت ارتفاع به قطر	-0.42**	1										
3- S: R	نسبت وزن شاخه به ریشه	0.19	0.00	1									
4- Shoot number	تعداد شاخه	0.05	0.01	-0.10	1								
5- Root number	تعداد ریشه	0.12	-0.03	0.18	-0.04	1							
6- RL	طول ریشه	0.18	0.18	-0.07	0.15	-0.13	1						
7- TDW	وزن خشک کل	0.91**	-0.12	0.39	0.07	0.08	0.27	1					
8- RDW	وزن خشک ریشه	0.80**	-0.09	-0.26	0.16	0.19	0.32	0.74**	1				
9- SDW	وزن خشک شاخه	0.81**	-0.11	0.64**	0.02	0.01	0.19*	0.95**	0.49*	1			
10- Height	ارتفاع	0.40	0.38	0.46	-0.12	0.33	-0.09	0.63**	0.34	0.66**	1		
11-RCD	قطر طوقه	0.78**	-0.25	0.34	0.05	0.16	0.16	0.77**	0.55*	0.74**	0.52*	1	
12-DAGL	قطر نهال بالای محل پیوند	0.78**	-0.42	0.44	-0.13	0.33	0.06	0.74**	0.44	0.75**	0.66**	0.74**	1

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و**: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

DQI: Dickson quality index, H: D: Height to diameter above grafting line ratio, S: R: Shoot to root dry weight ratio, TDW: Total dry weight, RL: Root length, SDW: Shoot dry weight, RDW: Root dry weight, RCD: Root-collar diameter, DAGL: Diameter above grafting line.

رابطه قطر نهال بالای محل پیوند با قطر طوقه و ارتفاع خطی بود (شکل‌های ۲A و ۲B). با توجه به ثابت بودن شیب روابط خطی می‌توان پیش‌بینی کرد که سرعت افزایش شاخص‌های رشدی قطر طوقه و ارتفاع نهال پیوندی آلبالو و گیلاس با افزایش قطر نهال در بالای محل پیوند ثابت می‌ماند و به ازای هر میلیمتر افزایش قطر نهال پیوندی آلبالو و گیلاس در بالای محل پیوند، ارتفاع ۸/۴ سانتیمتر و قطر طوقه ۰/۹ میلیمتر افزایش می یابد. اما، بین قطر نهال پیوندی آلبالو و گیلاس بالای محل پیوند با مقدار شاخص دیکسون و زیست توده بخش هوایی و ریشه نهال رابطه غیر خطی درجه دو (Quadratic) وجود داشت (شکل‌های ۲C و ۲D). به همین دلیل، هر اندازه قطر اولیه نهال پیوندی آلبالو و گیلاس در بالای محل پیوند بیشتر باشد به ازای هر میلیمتر افزایش آن، سرعت افزایش در شاخص‌های نامبرده بیشتر می شود.



شکل ۲- رابطه بین قطر بالای محل پیوند با: A) قطر طوقه B) ارتفاع نهال، C) شاخص کیفیت دیکسون و D) وزن خشک شاخساره، ریشه و کل نهال‌های پیوندی گواهی شده و گواهی نشده آلبالو و گیلاس

Fig. 2. Relationship between diameter above the grafting line with: A) Crown diameter, B) Height, C) Dickson quality index, and D) root, shoot and total dry weight of certified and non-certified grafted sour cherry and sweet cherry seedlings

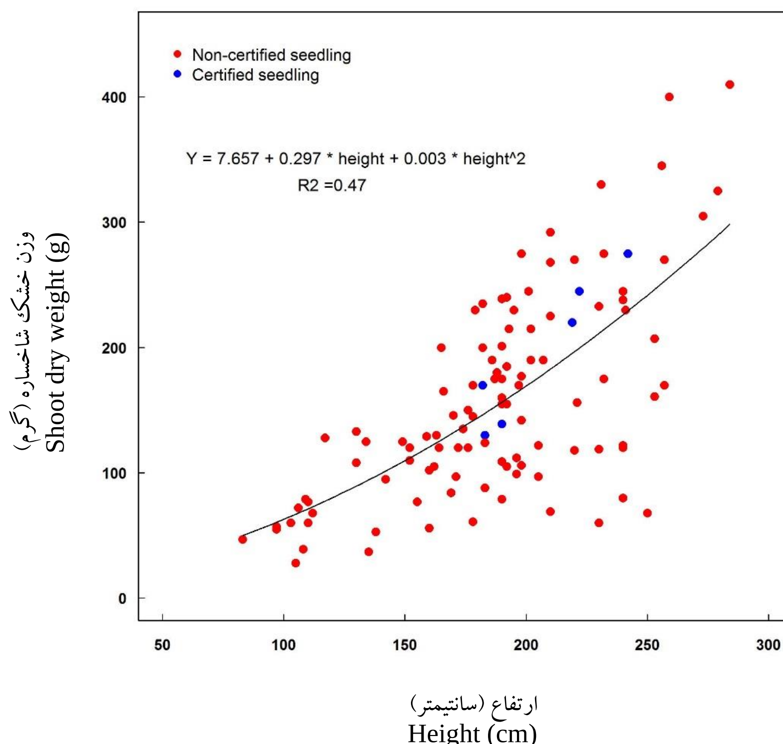
بر اساس نتایج این پژوهش پیش‌بینی می‌شود که در فصل جابجایی نهال، افزایش قطر بالای محل پیوند نهال پیوندی آلبالو و گیلاس همراه با سرعت بیشتر در افزایش خصوصیات رشدی آن به ترتیب، مقدار زیست توده کل، شاخساره و ریشه باشد (شکل 2D). با توجه به اینکه بین زیست توده نهال در فصل جابجایی با سرعت رشد سال اول آن در زمان کاشت در باغ همبستگی زیادی وجود دارد (Levy and McKay, 2003)، بنابراین با توجه به شکل 2D، می‌توان پیش‌بینی کرد که نهال قطورتر یکسال پس از کاشت در باغ، افزایش وزن خشک و رشد و نمو بیشتری از نهال نازکتر خواهد داشت.

نسبت ارتفاع به قطر در نهال پیوندیگواهی نشده آلبالو و گیلاس در نهالستان‌های کشور بین ۷/۴ تا ۱۹/۳ (به طور میانگین ۱۲/۴) و در نهال‌های گواهی شده بین ۷/۷ تا ۹/۲ (میانگین ۸/۵) بود (جدول ۳). قطر و ارتفاع نهال با نسبت ارتفاع به قطر همبستگی معنی‌دار اما ضعیفی داشتند (جدول ۵). در نهال‌های جنگلی گزارش شده که در صورتی که این نسبت بیشتر از ۶ باشد، احتمال ضعیف بودن گیرایی نهال در باغ وجود دارد (Mello *et al.*, 2016; Zuffo *et al.* 2017)

ارتفاع نهال

ارتفاع نهال پیوندی گواهی نشده آلبالو و گیلاس در نهالستان‌های مختلف بین ۹۷ تا ۲۶۴ سانتیمتر و در نهال‌های پیوندی گواهی شده بین ۸۳ تا ۱۱۲ سانتیمتر بود (جدول ۳). این خصوصیت، به عنوان دیگر خصوصیت قابل ارزیابی به صورت چشمی در نهالستان ها با قطر و وزن خشک شاخساره همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت، در حالیکه همبستگی آن با شاخص دیکسون خیلی ضعیف بود (جدول ۵). در گردوی سیاه نیز مشاهده شد که ارتفاع نهال با شاخص دیکسون همبستگی نداشت (Jacobs *et al.*, 2006). در نهال اکالیپتوس نیز شاخص نسبت ارتفاع به وزن خشک شاخه که حاکی از میزان چوبی شدن است (Gomes *et al.*, 2002) و شاخص نسبت ارتفاع به قطر (Binotto *et al.*, 2010) در ارزیابی کیفیت موثر بود.

رابطه ارتفاع با وزن خشک شاخساره نهال های پیوندی آلبالو و گیلاس غیر خطی بود (شکل ۳). با بلند تر شدن ارتفاع نهال سرعت افزایش زیست توده شاخساره افزایش می‌یابد. ارتفاع نهال نشان‌دهنده ظرفیت فتوسنتری و سطح تعرق نهال است که با رشد نهال همبستگی بالایی دارد. اما ثابت شده است که در شرایط اقلیمی نامناسب با گیرایی نهال ارتباطی ندارد (Thompson, 1985). زیرا در شرایط تنش، با کاهش میزان فتوسنتز و رشد، به خصوص نهال بلندتر، به دلیل اینکه جذب آب توسط ریشه تازه توسعه یافته جبران تعرق را نمی‌کند، سریعتر از بین می‌رود (Grossnickle and South, 2017). بنابراین، نهال با ارتفاع بلندتر نمی تواند نهال برتری پس از کشت در باغ باشد و توجه به سایر خصوصیات از جمله قطر وشبکه ریشه آن ضروری است.



شکل ۳- رابطه بین ارتفاع با وزن خشک شاخساره نهال‌های پیوندی ریشه لخت آلبالو و گیلاس

Fig. 3. Relationship between height and shoot dry weight for bare-root grafted sour cherry and sweet cherry seedlings

طول و تعداد ریشه

طول بلندترین ریشه (عمق نفوذ ریشه) در نهال‌های پیوندیگواهی نشده آلبالو و گیلاس، در نهالستان‌های مورد بررسی، بین ۱۴ تا ۹۰ سانتیمتر و در نهال‌های گواهی شده بین ۴۰ تا ۷۴ سانتیمتر بود (جدول ۳). طول ریشه از آن جهت که نشان‌دهنده سطح جذب ریشه است، از لحاظ گیرایی و رشد نهال در باغ اهمیت زیادی دارد (Thompson, 1985). ریشه طویل تر بقای بهتر نهال در شرایط نامساعد محیطی را به دنبال خواهد داشت (MacDonald, 2018; Grossnickle and Aimi *et al*., 2021). تعداد ریشه در نهال‌های پیوندیگواهی نشده آلبالو و گیلاس بین ۲ تا ۱۸ ریشه و در نهال‌های گواهی شده بین ۳ تا ۱۰ ریشه بود (جدول ۳).

این دو شاخص مورفولوژیکی ریشه با هیچیک از خصوصیات مورفولوژیکی و شاخص‌های اندازه گیری شده در نهالستان همبستگی بالایی نداشت (جدول ۵). بنابراین، به نظر می‌رسد که بررسی این خصوصیات به تنهایی در ارزیابی کیفیت نهال‌های آلبالو و

گیلاس در نهالستان‌ها از لحاظ کیفیت نهال و رشد آتی آن در باغ کارایی نداشته باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود سایر خصوصیات رشدی مانند قطر و ارتفاع نهال نیز مورد ارزیابی قرارگیرند. گزارش های ضد و نقیضی در مورد اهمیت و نقش توسعه شبکه ریشه نهال در گیرایی و رشد آتی نهال در باغ اصلی وجود دارد (Grossnickle and Ivetic, 2022). بنابراین، از آنجا که ممکن است تعداد زیادی ریشه فرعی در مقایسه با تنها یک ریشه اصلی، طول و سطح جذب کمتری داشته باشند، انتخاب تعداد ریشه به عنوان خصوصیت تعیین کننده کیفیت نهال چندان دقیق نیست (Thompson, 1985).

وزن خشک شاخساره و ریشه

وزن خشک شاخساره و ریشه از جمله خصوصیات رشدی محسوب می‌شوند که در نهالستان‌ها به صورت تخریبی قابل اندازه‌گیری است. وزن خشک شاخساره و ریشه نهال‌های پیوندی گواهی نشده آلبالو و گیلاس در نهالستان‌های مورد بررسی به ترتیب بین ۲۸ تا ۴۱۰ گرم و بین ۲۲ تا ۲۱۷ گرم بود (جدول ۳). در نهال‌های پیوندی گواهی شده، وزن خشک شاخساره و ریشه به ترتیب بین ۴۷ تا ۷۹ گرم و بین ۳۲ تا ۵۳ گرم بود (جدول ۳). وزن خشک شاخساره و ریشه نهال پیوندی آلبالو و گیلاس با شاخص دیکسون و صفات قابل ارزیابی به صورت چشمی مانند قطر نهال همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۵). در نهال‌های درختان جنگلی وزن خشک شاخساره و قطر طوقه نهال در محل بالای ریشه شاخص‌های بهتری جهت ارزیابی کیفیت نهال‌ها محسوب می‌شوند (Thompson, 1985). برخی از پژوهشگران، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن و طول ریشه‌های جانبی با شاخص دیکسون و میزان گیرایی نهال ریشه لخت زبان گنجشک در مزرعه گزارش کرده اند (Rahman *et al*., 2015).

نسبت وزن خشک بخش هوایی به ریشه از آن جهت که تعادل بین سطح تبخیر و تعرق نهال با سطح جاذب آب را تعیین می‌کند، در ارزیابی نهال‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. این شاخص در نهال‌های پیوندی گواهی نشده بین ۰/۶ تا ۶ و در نهال‌های پیوندی گواهی شده آلبالو و گیلاس بین ۱/۳ تا ۲ متغیر بود (جدول ۳). بر اساس نتایج این پژوهش، از آنجاکه این خصوصیت مورفولوژیکی با شاخص کیفیت دیکسون و هیچیک از خصوصیات دیگر همبستگی قوی نداشت (جدول ۵)، به نظر می رسد که در نظر گرفتن این خصوصیت به تنهایی در ارزیابی نهال‌های پیوندی ریشه لخت آلبالو و گیلاس در زمان جابجایی کارآیی نداشته باشد.

آنالیز مسیر برای شاخص دیکسون

آنالیز مسیر برای شاخص دیکسون نشان داد که بالاترین اثر مستقیم برای خصوصیات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده، مربوط به اثر مستقیم قطر نهال بالای محل پیوند (۱/۷۳) بود

(جدول ۶). ضمن اینکه بین شاخص دیکسون با این خصوصیت همبستگی بالایی (r = ۰/۷۸) وجود داشت (جدول ۵). میزان قابل توجه این اثر مستقیم بیانگر اهمیت بالای این خصوصیت در ارزیابی کیفیت نهال‌ها محسوب می‌شود. اثر غیرمستقیم قطر نهال بالای محل پیوند بر شاخص دیکسون از طریق تاثیر بر بنیه نهال (نسبت ارتفاع به قطر) نیز قابل تامل بود (جدول ۶). به جز شاخص قطر نهال، بنیه نهال نیز بر شاخص دیکسون اثر مستقیم و بالایی داشت (جدول ۶).

جدول ۶- اثر مستقیم (حروف درشت) و غیرمستقیم حاصل از آنالیز مسیر بین شاخص کیفیت دیکسون با سایر خصوصیات مورفولوژیکی در نهال‌های پیوندی آلبالو و گیلاس

Table 6. Direct (bold numbers) and indirect effects obtained from path analysis between Dickson quality index and other morphological characteristics in grafted sour cherry and sweet cherry seedlings

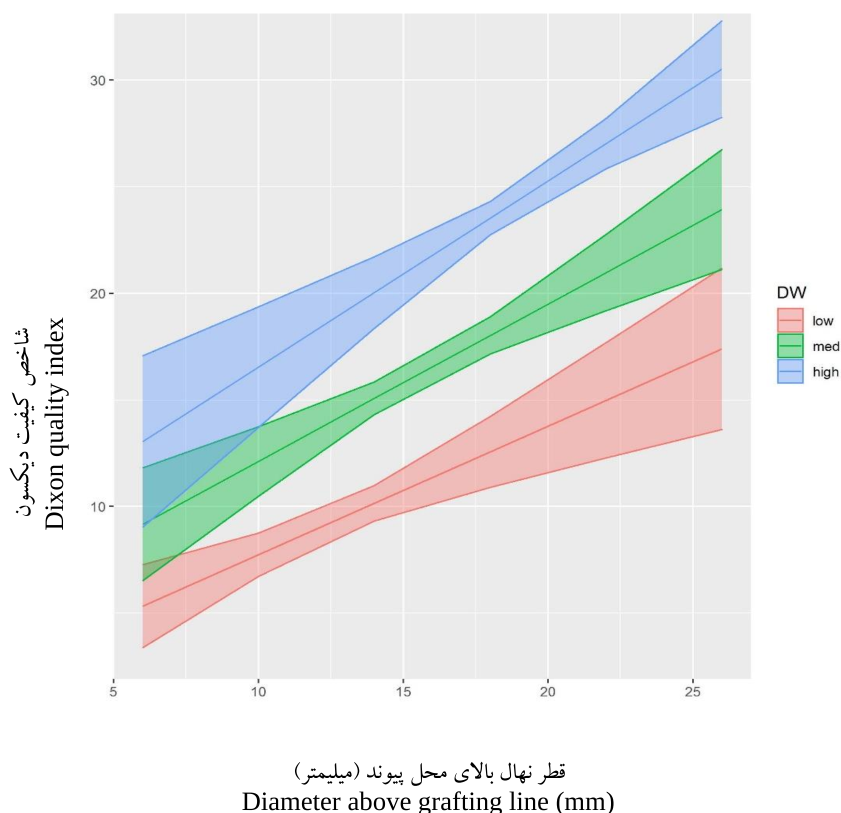
Characteristic	خصوصیت	1	2	3	4	5	6
1- Height	ارتفاع	**-0.14**	11.67	0.00	0.00	0.00	13.38
2- DAGL	قطر نهال بالای محل پیوند	0.08	**1.73**	0.00	0.00	0.00	-1.12
3- Root number	تعداد ریشه	0.08	0.00	**0.05**	-0.03	0.00	-0.71
4- SDW	وزن خشک شاخساره	0.00	0.76	0.00	**0.05**	1.29	0.00
5- RDW	وزن خشک ریشه	0.00	0.00	0.00	0.28	**0.10**	0.00
6- H: D	نسبت ارتفاع به قطر	0.07	-0.83	0.00	0.00	0.00	**0.98**
R^2	ضریب تبیین	0.99					

DAGL: Diameter above grafting line, SDW: Shoot dry weight, RDW: Root dry weight, H: D: Height to diameter above grafting line ratio.

نتایج این پژوهش با نتایج سایر پژوهشگران برای نهال درختان دیگر مطابقت داشت. به طوریکه، در نهال قهوه هر دو خصوصیت زیست کل و قطر بر شاخص کیفیت دیکسون به طور مستقیم تاثیر داشتند (Dardengo *et al*., 2013). در نهال اکالیپتوس زیست توده بخش هوایی و ریشه بیشترین اثر مستقیم و شاخص‌های ارتفاع و قطر طوقه بیشترین اثر غیر مستقیم را بر مقدار شاخص کیفیت دیکسون داشتند (Binotto *et al*., 2010). در مورد نهال گل مور، خصوصیات ریخت شناسی از جمله قطر طوقه، وزن خشک شاخساره و ریشه، وزن خشک کل و حجم ریشه آثار مستقیمی در ارزیابی شاخص دیکسون داشتند (Zuffo *et al*., 2017). بین ارتفاع نهال با شاخص کیفیت دیکسون همبستگی نسبتا پایینی وجود داشت (r = ۰/۴). اثر مستقیم ارتفاع بر شاخص دیکسون نیز بسیار ضعیف بود (جدول ۵). اما اثر غیر مستقیم ارتفاع بر شاخص دیکسون از طریق تاثیر بر قطر نهال بالای محل پیوند و نیز نسبت ارتفاع به قطر نهال قابل

ملاحظه بود (جدول ۶). همچنین، اثر غیرمستقیم وزن خشک شاخساره بر شاخص دیکسون از طریق تاثیر بر قطر نهال و ماده خشک ریشه قابل توجه بود (جدول ۶).

شیب رابطه خطی بین شاخص دیکسون و قطر نهال با افزایش وزن خشک نهال افزایش یافت (شکل ۴). با توجه به بیشتر بودن شیب رابطه خطی بین شاخص دیکسون با قطر نهال برای نهال‌های با وزن خشک کل بیشتر نسبت به نهال‌هایی با وزن خشک کل متوسط و کمتر، می‌توان نتیجه گرفت که هر چقدر نهال وزن خشک کل بیشتری داشته باشد، افزایش قطر تاثیر مثبت بیشتری بر افزایش این شاخص و به تبع آن بر افزایش کیفیت نهال خواهد داشت.



شکل ۴- رابطه بین شاخص کیفیت دیکسون با تغییرات قطر نهال برای سه درجه بندی (پایین، متوسط و بالا) نهال های پیوندی آلبالو و گیلاس با وزن خشک کل متفاوت. به‌ترتیب میانگین ± انحراف معیار، میانگین، و میانگین ± انحراف معیار

Fig. 4. Relationship between Dickson quality index and variations in diameter above grafting line for three different categories (low, mid and high) of grafted sour cherry and sweet cherry seedlings with different total dry weight. Mean ± standard deviation, mean and mean ± standard deviation, respectively

بهترین مدل رگرسیون برای پیش‌بینی شاخص کیفیت دیکسون به کمک ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی قابل اندازه‌گیری به صورت چشمی در نهالستان‌ها، مدل E1 بود که هر سه شاخص قطر نهال بالای خط پیوند، ارتفاع و نسبت ارتفاع به قطر نهال را در محاسبه دخیل داشت (جدول ۷). بدترین مدل‌ها برای پیش‌بینی شاخص دیکسون مدل‌های E2 و E4 بود که در آنها از خصوصیت قطر نهال بالای محل پیوند چشم‌پوشی شد (جدول ۷). مدل سازی ارزیابی کیفیت نهال اکالیپتوس نیز حاکی از کارآمد بودن خصوصیات مورفولوژیکی غیر تخریبی شامل قطر و ارتفاع و نیز تعداد روز پس از کاشت نهال در تعیین شاخص دیکسون بود (Binotto *et al.*, 2010).

جدول ۷- ضریب تغییرات (CV)، ضریب تبیین تعدیل شده (R^2aj) و خطای استاندارد برآورد (Seyx) روابط بین شاخص دیکسون با صفات مورفولوژیکی[1] قابل ارزیابی در نهالستان آلبالو و گیلاس

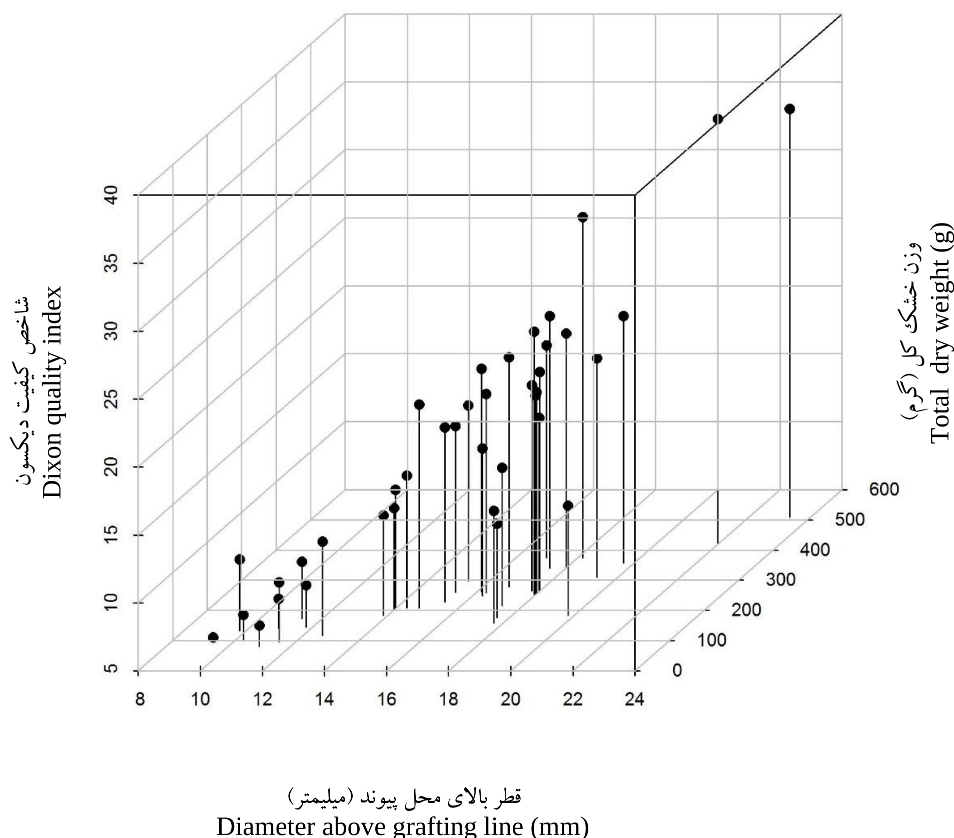
Table 7. Coefficient of variation (CV), coefficient of adjusted determination (R^2aj) and standard error of estimate (Seyx) of equations between observed [1]variables in sour cherry and sweet cherry seedlings

معادله Equation	ضریب تغییرات (درصد) CV%	ضریب تعیین تعدیل شده R^2aj	خطای استاندارد برآورد Seyx	امتیاز Score: ضریب تغییر (درصد) CV%	امتیاز Score: ضریب تعیین تعدیل شده R^2aj	امتیاز Score: خطای استاندارد برآورد Seyx	جمع امتیازات Sum of scores
E1	0.27	0.67	4.70	4	5	5	14
E2	0.28	0.66	4.77	3	4	4	11
E3	0.30	0.60	5.22	2	2	2	6
E4	0.42	0.23	7.19	1	1	1	3
E5	0.28	0.65	4.83	3	3	3	9

E1: DI = -26.94 - 0.13 × height + 3.25 × DAGL + 1.45 × H: D
E2: DI = -9.25 - 0.03 × height + 2.04 × DAGL
E3: DI = 18.42 + 0.13 × height - 2.19 × H: D
E4: DI = -0.19 + 0.09 × height
E5: DI = -11.10 + 1.76 × DAGL
DAGL: Diameter above grafting line, H: D: Height to diameter above grafting line ratio

در شکل ۵ نمودار سه بعدی شاخص کیفیت دیکسون برای نهال های پیوندی ارقام مختلف آلبالو و گیلاس در نهالستان‌های مختلف مورد بررسی بر اساس اندازه قطر نهال در ۱۵ سانتیمتری بالای محل پیوند و مقدار وزن خشک آن نشان داده شده است. همانطور که در این شکل دیده می‌شود، نهال پیوندی ارقام مختلف آلبالو و گیلاس تولید شده در نقاط مختلف کشور از لحاظ کیفیت یا مقدار شاخص کیفیت دیکسون در سه گروه قابل تمایز هستند: ۲۷ درصد نهال‌ها با قطر و وزن خشک کل به ترتیب کمتر از ۱۳

میلیمتـر و کمتـر از ۱۴۰ گـرم مقـدار شـاخص دیکسون کمتر از ۱۲ داشتند، ۶۶ درصد نهـال‌هـا با قطر بین ۱۳ تا ۲۰ میلیمتـر و وزن خشـک کـل بین ۱۵۸ تا ۳۷۴ گرم، شاخص دیکسـون بـین ۱۲ تا ۲۵ داشتند و فقط هفت درصد نهال‌ها با قطر و وزن خشک کل بیش از به ترتیب، ۲۴ میلیمتـر و ۴۰۰ گرم شاخص دیکسون بـالاتر از ۲۵ داشـتند (شکل ۵).



شکل ۵- نمودار سه بعدی شاخص کیفیت دیکسون نهال‌های ریشه لخت آلبالو و گیلاس بر اساس قطـر و وزن خشک کل

Fig. 5. Three-dimensional plot of Dickson quality index for grafted sour cherry and sweet cherry seedlings based on diameter above grafting line and total dry weight

نتیجه‌گیری

گیرایی و رشد نهال پیوندی در باغ بستگی به اسـتفاده از نهـالی اسـت کـه از لحـاظ سـن، خصوصـیات مورفولـوژیکی و فیزیولـوژیکی امکان رسیدن به حد مطلوبی از رشـد و گیرایـی را داشته باشد. بر اساس اسـتاندارد ملـی احـداث نهالستان و تولید نهال گروه محصولی هسته‌دار، نهال اسـتاندارد نهـالی اسـت کـه پایـه دوسـاله و

پیونـدک یکسـاله (۲+۱) داشـته و دارای دامنـه مشخصی از خصوصـیات قطـر، ارتفـاع و حجـم ریشه باشد.

بر اساس نتایج این پژوهش، علاوه بر در نظر داشتن شبکه ریشـه سـالم، توسـعه یافتـه و بـدون علائم غیر طبیعی، مـی‌تـوان گفـت کـه انتخـاب نهال‌های پیوندی آلبالو و گیلاس بـا قطـر بـالای محل پیوند بیش از ۱۲ میلیمتر بـه معنـی انتخـاب مستقیم نهال‌هایی است کـه وزن خشـک ریشـه، وزن خشک شاخساره و وزن خشک کل بیشـتر، و شاخص دیکسون بالاتری دارند. این نهـال هـا پر رشدتر و با کیفیت بالاتری هسـتند و گیرایـی بهتـری در بـاغ خواهنـد داشـت. زیـرا از میـان خصوصــیات مورفولــوژیکی ارزیــابی شــده، شاخص قطر نهـال بـالای محـل پیونـد بـا تعـداد بیشتری از خصوصیات رشد همبسـتگی مثبـت و معنی‌دار داشت.

شاخص کیفیت دیکسـون بـا افـزایش درجـه روز رشد تجمعی در منـاطق مختلـف کشـور بـه صورت خطی افزایش یافـت. میـانگین شـاخص دیکسـون انـدازه‌گیـری شـده بـرای نهـال‌هـای پیوندی ارقام مختلف آلبالو و گیلاس تولید شده روی پایـه‌هـای بـذری در تـراکم‌هـای کاشـت اسـتاندارد حـدود ۱۵/۶ بـود. مقـدار شـاخص کیفیـت دیکسـون در منـاطقی بـا بـیش از ۳۴۰۰ درجه-روز رشد تجمعـی، ماننـد شهرسـتان‌هـای مبارکـه و مشـهد از مقـدار میـانگین بـالاتر بـود. میانگین این شاخص برای نهال‌های پیوندی روی پایه رویشی گواهی شده آلبالو و گیلاس به طور چشمگیری کمتر از نهال‌هـای پیونـد شـده روی پایه بذری بود، که به نظر می‌رسـد دلیـل آن اثـر پایه‌های نیمه پاکوتاه کننده SL-64 بود.

سپاسگزاری

در این مقالـه از داده هـای حاصـل از پـروژه پژوهشـی شـماره ۰-۰۸-۰۸-۰۰۱-۰۰۰۰۵۸ مصوب مؤسسه تحقیقات ثبـت و گـواهی بـذر و نهـال اسـتفاده شـد. نگارنـدگان بـدین وسـیله ازحمایـت مـالی سـازمان تحقیقـات، آمـوزش و ترویج کشاورزی سپاسگزاری می کنند. از خانم مهنـدس مـریم خطیـب و آقایـان دکتـر محمـد تـابعی، مجتبـی علیـزاده و رضـا رضـائی کارشناسان نهال مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهـال بـه ترتیـب در اسـتان‌هـای اصـفهان، خراسان رضـوی، البـرز و آذربایجـان غربـی نیـز تشکر می‌نمایند.

References

Aimi, S. C., Araujo, M. M., Tabaldi, L. A., Barbosa, F. M., Lima, M. S., and Costella, C. 2021. Different shading intensities interfere with the growth of *Myrocarpus frondosus* Allemao seedlings in the nursery? Floresta 51(1): 137-145.

Anonymous. 2017. Canadian standards for nursery stock. 9th edition. Canadian Nursery

Landscape Association. Available on https://cnla.ca/training/cnss.

Baninasab, B., and Mobli, M. 2008. Morphological attributes of root systems and seedling growth in three species of Pistacia. Silva Lusitana 16: 175-181.

Bantis, F., Koukounaras, A., Siomos, A., Menexes, G., Dangitsis, C., and Kintzonidis, D. 2019. Assessing quantitative criteria for characterization of quality categories for grafted watermelon seedlings. Horticulturae 5 (16): 1-10.

Berbec, A.K., and Matyka, M. 2020. Planting density effects on grow rate, biometric parameters, and biomass calorific value of selected trees cultivated as SRC. Agriculture 10 (12): 583. https://doi.org/10.3390/agriculture10120583.

Bezerra, M. A. F., Pereira, W. E., Bezerra, F. T. C., Cavalcante, L. F., and Medeiros, S. A. 2018. Nitrogen as a mitigator of salt stress in yellow passion fruit seedlings. Semina Ciencias Agrarias 40 (2): 611-622.

Binotto, A. F., Lucio, A. D., and Lopes, S. J. 2010. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. Cerne 16 (4): 457-464.

Cirkovic-Mitrovic, T., Ivetic, V., Vilotic, D., Brašanac-Bosanac, L., and Popovic, V. 2015. Relation between morphological attributes of five wild fruit tree species seedlings in Serbia. pp. 68-77. In: Proceedings of International Conference on Reforestation Challenges. 03-06 June 2015. Belgrade, Serbia.

Dardengo, M. C. J. D., Sousa, E. F., Reis, E. F., and Gravina, G. A. 2013. Growth and quality of conilon coffee seedlings produced at different containers and shading levels. Coffee Science 8(4): 500-509.

Dickson, A., Leaf, A. A., and Hosner, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. The Forestry Chronicle: 3610-3613.

FAO. 2020. Statistical yearbook. World Food and Agriculture 2020. Food and Agriculture Organization of the Uited Nations. Rome, Italy. 366 pp.

Gallegos-Cedillo, V. M., Diánez, F., Nájera, C., and Santos, M. 2021. Plant agronomic features can predict quality and field performance: a bibliometric analysis. Agronomy 11: 2-23.

Gomes J. M., Couto L. C., Leite, H. G., Xavier, A., and Garcia, S. L. R. 2002. Morphological parameters quality for the evaluation of *Eucalyptus grandis* seedlings. Revista Arvore 26: 655-664.

Grossnickle, S. C., and Ivetic V. 2022. Root system development and field establishment: effect of seedling quality. New Forests 53: 1021-1067.

Grossnickle, S. C., and MacDonald, J. E. 2018. Why seedlings grow: influence of plant attributes. New Forests 49: 1-34.

Grossnickle, S. C., and South, D. B. 2017. Seedling quality of southern pines: influence of plant attributes. Tree Planters' Notes 60 (2): 29-40.

Jacobs, D. F., Woeste, K. E., Wilson, B. C., and McKenna, J. R. 2006. Stock quality of black walnut (*Juglans nigra*) seedlings as affected by half-sib seed source and nursery sowing density. Acta Horticulture 705: 375-381.

Kamata, N., Igarashi, Y., Nonaka, K., Ogawa, H., and Kasahara, H. 2020. Analyzing the leafing phenology of *Quercus crispula* Blume using the growing degree-days model. Journal of Forest Research 25 (3): 147-154.

Larson, L. C. S. R., Boliani, A. C., Santo, T. L. E., Teodoro, P. E., and Costa, E. 2018. Substrates, emergence and seedling quality of *Hymenaea stigonocarpa* (Jatoba) in protected cultivation. Bioscience Journal 34 (3): 615-622.

Levy, P. E., and McKay, H. M. 2003. Assessing tree seedling vitality tests using sensitivity analysis of a process based growth model. Forest Ecological Management 183: 77-93.

Lin, K. H., Wu, C. W., and Chang, Y. S. 2019. Applying Dickson quality index, chlorophyll fluorescence, and leaf area index for assessing plant quality *of Pentas lanceolate*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 47 (1): 169-176.

Luedeling E., Kunz A., and Blanke, M. M. 2013. Identification of chilling and heat requirements of cherry trees—a statistical approach. International Journal of Biometeorology 57: 679-689.

Mahdavian, M., Bouzari, N., and Abdollahi, H. 2010. Effects of culture media and growth regulators on proliferation and rooting of a vegetative mahlab rootstock (SL-64). Seed and Plant 1: 15-26 (in Persian).

Matias, S. S. R., Dias, I. D. L., Camelo, Y. M., Souza, I. S., Castelo, F. R., Aguiar, W. R., and Ferreira, M. D. 2019. Quality of *Carica papaya* seedlings grown in an alternative substrate based on buriti wood (*Mauritia flexuosa* Lf). Científica 47 (3): 337-343.

Mello, B. F. F. R., Trevisan, M. V., and Steiner, F. 2016. Quality of cucumber seedlings grown in different containers. Revista de Agricultura Neotropical 3 (1): 33-38.

Petri, J.L., Hawerroth, F.J., Fazio, G., Francescatto, P., and Leite, G.B. 2019. Advances in fruit crop propagation in Brazil and worldwide – apple trees. Revista

Brasileira de Fruticultura 41 (3): 1-14.

Rahman, M. S., Tsitsoni, T., Tsakaldimi, M., and Ganatsas, P. 2015. Field performance of *Fraxinus ornus* bareroot plants to drought stress. pp. 164-174. In: Proceedings of International Conference on Reforestation Challenges. 03-06 June 2015. Belgrade, Serbia.

Rosseel, Y. 2012. Lavaan: An R package for structural equation modeling. Journal of Statistical Software 48 (2): 1-36.

Saour, G. 2005. Morphological assessment of olive seedlings treated with kaolin-based particle film and biostimulant. Advanced Horticultural Science 19 (4): 193-197.

Smirnakou, S., Ouzounis, T., and Radoglou, K. M. 2017. Continuous spectrum LEDs promote seedling quality traits and performance of *Quercus ithaburensis* var. macrolepis. Frontiers in Plant Science 8: 188. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00188

Thompson, B. 1985. Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking. pp. 59-71. In: Proceedings of Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. 16-18 October 1985. Oregon State University, Corvallis, USA.

Zuffo, A.M., Steiner, F., Busch, A., Júnior, J.M., Fonseca, W.L., Zambiazzi, E.V., Mendes, A.E.S., Borges, I. M. M., Godinho, S. H. M., and Pinto, A. R. S. 2017. Size of containers in the production of flamboyant seedlings. Journal of Agricultural Science 9 (12): 99-109.